

TRANSLATION OF ABSTRACT OF
FINNISH PATENT APPLICATION NO. 20000946
APPLICANTS: Hitachi Ltd; Hitachi Tobu Semiconductor Ltd
PUBLICATION DATE: 21 October 2000

Abstract

The invention relates to a high-frequency power amplifier with an amplifier element which consists of several amplifier stages (Q1, Q2, Q3; Q4, Q5, Q6) coupled in a cascade. The power control signal is input in the amplifier element via a control connector (Vapc) to control the output (Pout1; Pout2) of the high-frequency power amplifier. The amplification of each amplifier stage is lower than the amplification of the preceding stage. Amplification control signals generated from a power control signal are input in respective amplifier stages. Selecting resistors (R1, R3, R4, R5; R6, R10, R12, R11) are coupled to each other in series between the control connector (Vapc) and a reference potential to divide the voltage of the power control signal and thereby to produce a set of various amplification control signals. The various amplification control signals are input in the respective amplifier stages in such a way that the absolute value of the amplification control signal to be input in each stage is smaller than the absolute value of the signal input in the preceding stage.

No title available.

Patent Number: FI20000946
Publication date: 2000-10-21
Inventor(s): ISHIHARA NOBUHIKO (JP); NUNOGAWA YASUHIRO (JP); SUGITA KOJI (JP);
ADACHI TETSUAKI (JP); AKAMINE HITOSHI (JP)
Applicant(s):: HITACHI LTD (JP); HITACHI TOBU SEMICONDUCTOR LTD (JP)
Requested Patent: FI20000946
Application Number: FI20000000946 20000419
Priority Number(s): JP19990113120 19990421
IPC Classification: H03F
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

Data supplied from the **esp@cenet** database - I2

Suurtaajuustehovahvistin

Keksinnön tausta

Esillä oleva keksintö liittyy suuritaajuiseen tehonvahvistinlaitteeseen, joka on tarkoitettu monikaistaiseen viestintäjärjestelmään tai monimuotoiseen viestintäjärjestelmään, ja radioviestintälaitteeseen, johon suuritaajuinen tehonvahvistinlaite sisältyy. Erityisesti keksintö kohdistuu tekniikkaan, joka on käytössä suuritaajuisten tehonvahvistinlaitteen (suuritaajuinen tehonvahvistinmoduuli: PA-moduuli) sovelluksissa, joissa on useita vahvistavia osia, kuten kaksikaistaiseen viestintäjärjestelmään liittyvä sovellus, ja radioviestintälaitteeseen, kuten matkaviestinlaite, johon suuritaajuinen tehonvahvistinlaite sisältyy.

Suuritaajuista tehonvahvistinta käytetään matkaviestinlaitteen, kuten matkapuhelin, kannettava puhelin tai vastaava, lähetinosassa.

Kaksikaistainen viestintäjärjestelmä tunnetaan järjestelmänä, joka pystyy muodostamaan viestintäyhteyden kannettavien puhelinten (esimerkiksi solukkopuhelinten), jotka ovat eri viestintäjärjestelmässä, välille. Tällainen kaksikaistainen järjestelmä on kuvattu esimerkiksi julkaisussa "THE HITACHI HYORON", Hitachi Hyoron-sha, vol. 80, nro 11 (1998) s. 47 - 52. Samassa asiakirjassa on kuvaus kaksikaistaisesta järjestelmästä ja kaksikaistaisesta suuritaajuudesta tehovahvistimesta (RF-moduuli: PA-moduuli), jotka perustuvat GSM:ään (maailmanlaajuinen matkaviestinjärjestelmä), jonka kantotaajuuskaista on alueella 880 - 915 MHz ja DCS-1800:aan (Digitaalinen solukkojärjestelmä 1800), jonka kantotaajuuskaista on alueella 1 710 - 1 785 MHz. Asia-
kirja esittää myös kolmimuotojärjestelmän yhtenä laitteena.

Toisaalta julkaisu JP-A-11-186921 (julkaistu 9. heinäkuuta 1999) esittää monikaistaisen matkaviestinlaitteen, joka on saatavilla kannettaviin puhelinjärjestelmiin, kuten PCN (henkilökohtainen viestintäverkko: DCS-1800), PCS (henkilökohtainen viestintäpalvelu: DCS-1900), GSM ja niin edelleen.

Kaksikaistaiseen suuritaajuiseen tehonvahvistinmoduuliin on konfiguroitu kaksi vahvistinosaa (suuritaajuista tehonvahvistinosaa), joista kumpikin muodostuu kahdesta tai useammasta transistorista (vahvistimesta), jotka on kytketty kaskadiin peräkkäisesti.

Taustalla olevassa tekniikassa, jotta vastaavissa asteissa voitaisiin viedä transistoreihin ohjausjännitteitä toisistaan riippumatta, yleinen suuritaajuinen tehonvahvistinlaite (RF-tehovahvistinmoduuli) jakaa vastuksilla tehonohjaussignaalin jännitteen Vapc ja siten syöttää halutut veräjäesijännitteet transistoreihin.

- Tällaisella kokoonpanolla on etuna, että transistoreihin menevät veräjäesijännitteet vastaavissa asteissa voidaan muodostaa toisistaan riippumatta. Kuitenkin myös sähkövirta kulkee vastaavien transistorien veräjiin. Näin ollen, kun tällaista kokoonpanoa käytetään kaksin- tai useammankertaisessa
- 5 RF-tehovahvistimessa, jossa on kaksi vahvistinosaa, tehonohjausvirta läp- ei enää pysty toteuttamaan virrankulutuspesifikaatiota.

- Mikäli ohjausjännitteen syöttöpiirin resistanssia aiotaan lisätä yllä mainitun ongelman ratkaisemiseksi, CR-aikavakio, jonka määräävät MOS-transistorin resistanssi ja veräjästä nieluun -parasiittinen kapasitanssi, kasvaa.
- 10 Tämän seurauksena transistorin kytkentänopeuteen liittyvää vaatimusta ei voida toteuttaa tyydyttävästi.

Keksinnön yhteenveto

- Esillä olevan keksinnön päämääränä on antaa suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, jossa on useita vahvistinosia ja jossa vastaavissa vahvistin-
- 15 osissa olevien transistorien esijännitteet voidaan asettaa sopiviksi suuren lineaarisuuden saavuttamiseksi.

Esillä olevan keksinnön toisena päämääränä on antaa suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, jossa on useita vahvistinosia ja joka on yliverlainen kytkentäominaisuuksiltaan.

- 20 Esillä olevan keksinnön eräänä päämääränä on antaa suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, jossa on useita vahvistinosia ja jossa on vain yksi kytkentäliitin ja joka on miellyttävä käyttää.

- Esillä olevan keksinnön vielä eräänä päämääränä on antaa suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, jossa on useita vahvistinosia ja jolla voidaan
- 25 saada aikaan vähennystä tehonkulutuksessa.

Esillä olevan keksinnön muuan päämäärä on antaa monikaistaiseen viestintäjärjestelmään taikka monimuotoiseen viestintäjärjestelmään radioviestintälaite, joka on yliverlainen suorituskvyyltään ja jolla voidaan vähentää tehonkulutusta.

- 30 Suuritaajuisessa tehonvahvistinlaitteessa, jossa on vahvistinosia, joista kussakin on useita vahvistinasteita kytkettynä kaskadiin, tehonohjaussignaali syötetään vahvistinosaan ohjausliittimen kautta ohjaamaan suuritehoisen tehonvahvistinlaitteen lähtöä. Esillä olevan keksinnön erään piirteen mukaan, ottaen huomioon, että vastaavat vahvistinosissa olevat vastaavat vah-
- 35 vistinasteet yleensä muodostetaan samassa valmistusprosessissa sillä seurauksella, että aiemmin edeltävillä vahvistinasteilla on suurempi vahvistus, ja-

kovastuksia kytketään sarjaan toistensa kanssa ohjausliittimen ja vertailupotentiaalin väliin jakamaan tehonohjaussignaalin jännite siten, että syntyy useita erilaisia vahvistuksenohjaussignaaleja. Kuhunkin vahvistinasteeseen syötetään yksi näin synnytytyistä vahvistuksenohjaussignaaleista. Vahvistinasteeseen syötettävän vahvistuksenohjaussignaalin jännitteellä on pienempi absoluuttiarvo kuin aikaisempaan edeltävään asteeseen syötetyllä vahvistuksenohjaussignaallilla.

Esillä olevan keksinnön erään piirteen mukaan annetaan suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, joka sisältää:

- 10 useita vahvistinasteita sisältäen ainakin ensimmäisen ja viimeisen asteen, kun kullakin näistä useista vahvistinasteista on ensimmäinen liitin tulosignaalin vastaanottamiseksi asteeseen, toinen liitin lähtösignaalin lähettämiseksi asteesta, ja kolmas liitin vertailupotentiaalin vastaanottamiseksi asteeseen, kun ensimmäisen asteen ensimmäinen liitin on sovitettu vastaanottamaan suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen suuritaajuinen tulosignaali, kun
- 15 viimeisen asteen toinen liitin on sovitettu lähettämään ulos suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen suuritaajuinen lähtösignaali, kun kunkin vahvistinasteen, viimeistä astetta lukuun ottamatta, toinen liitin on sähköisesti kytketty sitä seuraavan asteen ensimmäiseen liittimeen, kun kunkin vahvistinasteen, mainittua
- 20 ensimmäistä asetetta lukuun ottamatta, vahvistus on pienempi kuin sitä edeltävän asteen;

ohjausliittimen tehonohjaussignaalin vastaanottamiseksi; ja

- useita jakovastuksia kytkettynä sarjaan toistensa kanssa ohjausliittimen ja vertailupotentiaalin väliin tehonohjaussignaalin jännitteen jakamiseksi
- 25 ja siten usean eri vahvistuksenohjaussignaalin synnyttämiseksi, kun eri vahvistuksenohjaussignaalit syötetään vastaavasti usean vahvistinasteen eri ensimmäisiin liittimiin, kun kunkin asteen ensimmäiseen liittimeen viedyn vahvistuksenohjaussignaalin absoluuttiarvo on pienempi kuin aiemman edellisen asteen ensimmäiseen liittimeen viedyn vahvistuksenohjaussignaalin absoluuttiarvo.
- 30

Esillä olevan keksinnön erään piirteen mukaan annetaan suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, joka sisältää:

- ensimmäisen vahvistinosan, jossa on useita vahvistinasteita mukaan lukien ainakin ensimmäinen ja viimeinen aste, kun useista vahvistinasteista kullakin on ensimmäinen liitin asteen tulosignaalin ja esijännitesignaalin vastaanottamiseksi, toinen liitin asteen lähtösignaalin lähettämiseksi ja kolmas
- 35

liitin asteen vertailupotentiaalin vastaanottamiseksi, kun ensimmäisen asteen ensimmäinen liitin on sovitettu vastaanottamaan suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen ensimmäinen suuritaajuinen tulosignaali, kun viimeisen asteen toinen liitin on sovitettu lähettämään suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen ensimmäinen suuritaajuinen lähtösignaali, kun viimeistä astetta lukuun ottamatta kunkin vahvistinasteen toinen liitin on sähköisesti kytketty sitä seuraavan asteen ensimmäiseen liittimeen, kun ensimmäistä astetta lukuun ottamatta kunkin vahvistinasteen vahvistus on pienempi kuin sitä edeltävän asteen;

- toisen vahvistinosan, jossa on useita vahvistinasteita mukaan lukien
- 10 ainakin ensimmäinen ja viimeinen aste, kun useista vahvistinasteista kullakin on ensimmäinen liitin asteen tulosignaalin ja esijännitesignaalin vastaanottamiseksi, toinen liitin asteen lähtösignaalin lähettämiseksi ja kolmas liitin asteen vertailupotentiaalin vastaanottamiseksi, kun ensimmäisen asteen ensimmäinen liitin on sovitettu vastaanottamaan suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen
 - 15 toinen suuritaajuinen tulosignaali, kun viimeisen asteen toinen liitin on sovitettu lähettämään suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen toinen suuritaajuinen lähtösignaali, kun viimeistä astetta lukuun ottamatta kunkin vahvistinasteen toinen liitin on sähköisesti kytketty sitä seuraavan asteen ensimmäiseen liittimeen, kun ensimmäistä astetta lukuun ottamatta kunkin vahvistinasteen vahvistus on
 - 20 pienempi kuin sitä edeltävän asteen;

ohjausliittimen tehonohjaussignaalin vastaanottamiseksi;

- ensimmäisen sarjan jakovastuksia kytkettynä sarjaan toistensa kanssa ohjausliittimen ja vertailupotentiaalin väliin tehonohjaussignaalin jännitteen jakamiseksi ja siten usean eri ensimmäisen vahvistuksenohjaussignaalin syn-
- 25 nyttämiseksi, kun eri ensimmäiset vahvistuksenohjaussignaalit syötetään esijännitesignaaleina ensimmäisessä vahvistinosassa olevien useiden vahvistinasteiden vastaaviin ensimmäisiin liittimiin, kun kunkin asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun ensimmäisen vahvistuksenohjaussignaalin jännitteen absoluuttiarvo on pienempi kuin aikaisemman edeltävän asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun ensimmäisen vahvistuksenohjaussignaalin absoluuttiarvo;
 - 30

- toisen sarjan jakovastuksia kytkettynä sarjaan toistensa kanssa ohjausliittimen ja vertailupotentiaalin väliin tehonohjaussignaalin jännitteen jakamiseksi ja siten usean eri toisen vahvistuksenohjaussignaalin synnyttämiseksi, kun eri toiset vahvistuksenohjaussignaalit syötetään esijännitesignaaleina toisessa vahvistinosassa olevien useiden vahvistinasteiden vastaaviin ensimmäisiin liittimiin, kun kunkin asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun toisen
- 35

vahvistuksenohjaussignaalin jännitteen absoluuttiarvo on pienempi kuin aikaisemman edeltävän asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun toisen vahvistuksenohjaussignaalin absoluuttiarvo;

valintapiirin, joka on kytketty ensimmäiseen ja toiseen sarjaan sarjakytkettyjä vastuksia, kun mainittu valintapiiri toimii vahvistinosan valintasignaalin mukaan ja saa aikaan tehonohjaussignaalin syötön joko ensimmäiseen sarjakytkettyjen vastusten sarjaan tai toiseen sarjakytkettyjen vastusten sarjaan ja saa aikaan tehonohjaussignaalin kulun eston toiseen näistä ensimmäisestä ja toisesta sarjakytkettyjen vastusten sarjoista, jotta saataisiin joko ensimmäinen tai toinen vahvistinosa aktiiviseksi ja toinen vahvistinosa epäaktiiviseksi.

Piirustusten lyhyt kuvaus

Kuvio 1 on ekvivalentti piirikaavio, joka esittää kaksikaistaista suuritaajuista tehonvahvistinlaitetta, jonka esillä olevat keksijät ovat suunnitelleet ja tutkineet ennen esillä olevaa keksintöä;

Kuvio 2 on ekvivalentti piirikaavio, joka esittää kaksikaistaista suuritaajuista tehonvahvistinlaitetta esillä olevan keksinnön erään suoritusmuodon (suoritusmuoto 1) mukaan;

Kuvio 3 on perspektiivikuva, joka esittää suoritusmuodon 1 kaksikaistaisen suuritaajuisten tehonvahvistinlaitteen ulkoista olemusta;

Kuvio 4 on suoritusmuodon 1 kaksikaistaisen suuritaajuisten tehonvahvistinlaitteen alapuolinen kuva;

Kuvio 5 on tasokuva, joka kaavamaisesti esittää elektronisten osien asettelun kytkentälevylle suoritusmuodon 1 kaksikaistaisessa suuritaajuisessa tehonvahvistinlaitteessa;

Kuvio 6 on käyrä, joka esittää vahvistinosan kytkentäajan ja sen lähdön välisen korrelaation;

Kuvio 7 on lohkokkaavio, joka esittää järjestelmän kokoonpanon matkaviestinlaitteessa, johon sisältyy suoritusmuodon 1 suuritaajuinen tehonvahvistinlaite;

Kuvio 8 on ekvivalentti piirikaavio, joka esittää kaksikaistaista suuritaajuista tehonvahvistinlaitetta esillä olevan keksinnön erään toisen suoritusmuodon (suoritusmuoto 2) mukaan;

Kuvio 9 on piirikaavio, joka esittää suoritusmuodon 1 piirikokoonpanoa yksityiskohtaisemmin;

Kuvio 10 on käyrä, joka on hyödyllinen selostettaessa kuviossa 9 esitetyn suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen toimintaa; ja

Kuvio 11 on käyrä, joka esittää kuviossa 9 esitetyn suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen lähdön ominaisuuksia.

5 Keksinnön suoritusmuotojen yksityiskohtainen kuvaus

Jotta esillä oleva keksintö ymmärrettäisiin paremmin, annetaan ensiksi kuvaus suuritaajuisesta tehonvahvistinlaitteesta, jota esillä olevan sovel-
luksen keksijät ovat suunnitelleet ja tutkineet. Tämän vuoksi kuviossa 1 esi-
tetty rakenne ei kuulu tunnettuun teknologiaan sikäli kuin esillä olevan sovel-
luksen keksijät tietävät.

Kuvio 1 on ekvivalentin piirin kuva ja esittää kaksikaistaisen suuri-
taajuisen tehonvahvistinlaitteen, jota tunnettuun ennen esillä olevaa keksintöä
ja joka on kokoonpantu siten, että MOSFETit (metallioksidipuolijohdekanava-
transistori) sisältyvät kolmeen asteeseen [alkuaste (ensimmäinen aste), toinen
aste ja loppuaste (kolmas aste)] kussakin vahvistinosassa.

Kuten on esitetty kuviossa 1, kaksi vahvistinastetta muodostuvat
vahvistinosasta a, jossa ensimmäisen asteen transistoripiiri Q1', toisen asteen
transistoripiiri Q2' ja loppuasteen transistoripiiri Q3' on kytketty kaskadiin tulo-
liittimen Pin1 ja lähtöliittimen Pout1 väliin, ja vahvistinosasta b, jossa ensi-
mäisen asteen transistoripiiri Q4', toisen asteen transistoripiiri Q5' ja loppuas-
teen transistoripiiri Q6' on kytketty kaskadiin tuloliittimen Pin2 ja lähtöliittimen
Pout2 väliin.

Vahvistinosassa a vastaavien transistoripiirien Q1', Q2' ja Q3' ve-
räjäliittimet on kytketty ei ainoastaan kytkentätransistorin Q7 nieluliittimeen
vastaavien jännitteen jakovastusten R22 - R27 kautta vaan myös ohjausliitti-
meen Tapc, johon ohjausjännite Vapc syötetään kuormavastuksen R28 kaut-
ta. Tämän lisäksi kytkentätransistorin Q7' veräjäliitin on kytketty kytkentäliitti-
meen Tc1, johon kytkentäjännite Vctl syötetään veräjäimpedanssin sovittavan
vastuksen R21 kautta, kytkentätransistorin Q7' lähdeliittimen ollessa kytketty-
nä maahan (GND).

Vahvistinosassa b vastaavien transistoripiirien Q4', Q5' ja Q6' ve-
räjäliittimet on kytketty ei ainoastaan kytkentätransistorin Q8 nieluliittimeen
vastaavien jännitteen jakovastusten R32 - R37 kautta vaan myös tehonvah-
vistinlaitteen ohjausliittimeen Tapc kuormavastuksen R38 kautta. Tämän lisäk-
si kytkentätransistorin Q8' veräjäliitin on kytketty kytkentäliittimeen Tc2, johon

si kytKentättransistorin Q8' veräjälaitin on kytketty kytKentäliittimeen Tc2, johon kytKentäjännite $\overline{V_{ctl}}$ syötetään veräjäimpedanssin sovittavan vastuksen R31 kautta, kytKentättransistorin Q8' lähdeliittimen ollessa kytkettynä maahan GND.

Edelleen transistoripiirien Q1' - Q6' nieluliittimet on kytketty tehonsyöttöliittimeen Vdd.

Esimerkkeinä vastusten resistanssiarvoista, vastukset R28 ja R38 saavat arvon 1,8 k Ω ; R22, R24, R26, R32, R34 ja R36 2,3 k Ω ; ja R23, R25, R27, R33, R35 ja R37, 300 Ω .

Tällaisessa suuritaajuisessa tehonvahvistinlaitteessa kytKentättransistorit Q7' ja Q8' aktivoidaan vuorotellen perustuen kytKentäliittimiin Tc1 ja Tc2 tuotaviin signaaleihin V_{ctl} ja $\overline{V_{ctl}}$ siten, että käytetään valinnan mukaan vahvistinosaa a tai b siten, että tehonvahvistus suoritetaan suurtaajuussignaaleille eri kaistoilla.

Toisin sanoen, kun vahvistinosaa a tuloliittimestä Pin1 lähtöliittimeen Pout1 on aktivoitu, kytKentäliittimet Tc1 ja Tc2 asetetaan vastaavasti tiloihin "alhaalla" ja "ylhäällä". Tämän asetuksen vuoksi virta kulkee vastaaviin vastuksiin R21 - R28 vahvistinosassa a virran kulkiessa myös vastukseen R38 vahvistinosassa b.

Tällä kertaa vahvistinosassa b oleva kytKentättransistori Q8' toimii siten, että potentiaali solmukohdassa A kytKentättransistorin Q8' nielun puolella menee lähelle arvoa 0 V.

Toisaalta vahvistinosan b toimiessa virta kulkee vastaaviin vastuksiin R31 - R38 vahvistinosassa b virran kulkiessa myös vastukseen R28 vahvistinosassa a samalla tavoin kuin edellisessä tapauksessa. Nyt potentiaali solmukohdassa B kytKentättransistorin Q7' nielun puolella menee lähelle arvoa 0 V.

Virran kulutuksen rajoittamiseksi on näin ollen välttämätöntä asettaa vastukset R28 ja R38 suureen resistanssiarvoon, esimerkiksi ei pienemmäksi kuin 2 k Ω .

Kuitenkin, jos vastuksen R28 resistanssiarvo asetetaan korkeaksi, potentiaali solmukohdassa B on matala vahvistinosan a toimiessa. Täten vastaavia esijännitteitä ei voida saada ottamaan oikeita arvojansa (esimerkiksi esijännitearvoja, joita vaaditaan vastaavien vahvistinasteiden saamiseksi aktiivisiksi).

Tämän lisäksi kuviossa 1 esitetyssä piirikokoonpanossa tarvitaan kahta kytkentäliitintä Tc1 ja Tc2. Näiden käsittely on ongelmallista.

Esillä olevan keksinnön suoritusmuotoja selostetaan alla yksityiskohtaisesti piirustuksiin viitaten. Kaikissa esillä olevan keksinnön suoritusmuotoja kuvaavissa piirustuksissa samoihin tai vastaaviin osiin viitataan samoilla tavoin eikä niiden selostusta toisteta.

(Suoritusmuoto 1)

Suoritusmuodossa 1 selostetaan esimerkki, jossa esillä olevaa keksintöä sovelletaan kaksikaistaiseen viestintäjärjestelmään tarkoitettussa matkaviestinlaitteessa, jossa on kaksi vahvistinosaa, ja suuritaajuinen tehonvahvistinlaite sisältyy matkaviestinlaitteeseen.

Kuviot 2 - 5 ovat kaavioita, jotka liittyvät esillä olevan keksinnön erään suoritusmuodon (suoritusmuoto 1) mukaiseen kaksikaistaiseen suuritaajuiseen tehonvahvistinlaitteeseen.

Suoritusmuodon 1 mukainen kaksikaistainen PA-moduuli 1 on rakenteeltaan tasainen suorakulmainen suuntaissärmiö, kuten on esitetty kuvion 3 perspektiivikuvassa. Toisin sanoen kaksikaistainen PA-moduuli 1 sisältää tasan suorakulmaisen suuntaissärmiöpakkauksen 4, jossa on laattamainen kytkentälevy 2 ja kansi 3 tämän kytkentälevyn 2 päällä peittämässä kytkentälevyn 2 yhtä pintaa (pääpinta).

Tarkemmin sanoen kaksikaistaisella PA-moduulilla 1 on kokoonpano, jossa esimerkiksi aktiiviset osat, kuten transistorit jne., ja passiiviset osat, kuten siruvastukset, sirukondensaattorit jne., on asennettu yhdelle pinnalle kytkentälevyllä 2, jolla on monikerroksinen rakenne, ja joukko transistoreja on kytketty kaskadiin muodostamaan kaksi moniasteista vahvistinosaa.

Suoritusmuodossa 1 suuritaajuinen tehonvahvistinlaite sisältää ensimmäisen ja toisen vahvistinosan. Tämän lisäksi kummallakin suuritaajuisella tehonvahvistinosalla on kolmiasteinen rakenne [alkuaste (ensimmäinen aste), toinen aste, loppuaste (kolmas aste)], jossa kolme transistoria on kytketty kaskadiin. Eristetyn veräjän kanavatransistoreja, esimerkiksi MOSFET, käytetään vastaavina transistoreina, ei mitenkään rajoittavasti.

Tämän lisäksi kytkentälevyn 2 yksi pinta on peitetty kannella 3, joka on tehty metallista ja jolla on sähkömagneettinen suojausvaikutus. Kansi 3 on sähköisesti liitetty kytkentälevyn 2 GND-liittimeen.

Ulkoiset elektrodiliittimet (elektrodiliittimet), jotka ovat sähköisesti riippumattomia edellä mainitusta pakkauksesta 4, pistävät sieltä esiin. Toisin

sanoen tässä suoritusmuodossa pinta-asennetut ulkoisten elektrodien liittimet on sijoitettu kytkentälevyn 2 alemman pinnan (pohjapinnan) äärireunalle, kuten on esitetty kuviossa 4, joka esittää kuvion 1 PA-moduulin pohjapinnan.

Kuten edellä mainitut ulkoiset elektrodiliittimet, ensimmäisen vahvistinosan tuloliitin (Pin1); kytkentäliitin Tct, jolla valinnan mukaan kytketään ensimmäisen vahvistinosan ja toisen vahvistinosan välillä; vertailupotentiaaliliitin (esimerkiksi maaliitin: GND); tehonsyöttöpotentiaalin liitin (esimerkiksi tehonsyöttöliitin: Vdd); ja ensimmäisen vahvistinosan lähtöliitin Pout1 sijaitsevat pitkin pakkauksen 4 reunaa järjestyksessä vasemmalta oikealle, kuten on esitetty kuviossa 4. Pitkin pakkauksen 4 vastakkaista reunaa sijaitsevat toisen vahvistinosan tuloliitin (Pin2); ohjausliitin (Tapc); GND; ja toisen vahvistinosan lähtöliitin (Pout2) järjestyksessä vasemmalta oikealle. Nämä ulkoiset elektrodiliittimet ovat kytkentälevyllä 2 siten, että ne ulottuvat sen sisäpinnoilta sen pohjapinnalle.

Edelleen suoritusmuodon 1 mukaisella kaksikaistaisella PA-moduulilla 1 on pinta-asennettu rakenne, jossa käytetään juotosta tai vastaavaa. Tässä rakenteessa, kuten on esitetty kuviossa 4, GND-johdin on peitetty suojakalvolla 5, joka on valinnaisesti sijoitettu siten, että vastaavien kytkentäalueiden juotoskohdat saadaan paksuudeltaan samoiksi kytkentälevyn 2 pohjapinnalla. Näin voidaan taata luotettavuus, kun kaksikaistainen PA-moduuli 1 asennetaan.

Kuvio 1 on suoritusmuodon 1 mukaisen kaksikaistaisen PA-moduulin 1 ekvivalentti piirikaavio. Suoritusmuodossa 1 suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen kummallakin suuritaajuisella tehonvahvistinosalla *e* ja *f* on kolme vahvistinastetta kytkettynä kaskadiin.

Ensimmäisessä vahvistinosassa *e* ensimmäisen asteen transistoripiiri (ensimmäinen vahvistinaste) Q1, toisen asteen transistoripiiri (toinen vahvistinaste) Q2 ja viimeisen asteen transistoripiiri (viimeinen vahvistinaste) Q3 on kytketty peräkkäisesti kaskadiin. Kullakin vahvistinasteella on ensimmäinen liitin, joka vastaanottaa asteeseen syötetyn tulosignaalin, toinen liitin, jolla lähetetään asteen lähtö, ja kolmas liitin, jolla vastaanotetaan asteen vertailupotentiaali. Ensimmäisen asteen ensimmäinen liitin toimii ensimmäisenä tuloliittimenä Pin1, jolla vastaanotetaan ensimmäinen tulosignaali suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteeseen. Viimeisen asteen toinen liitin toimii ensimmäisenä lähtöliittimenä Pout1, jolla lähetetään suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen vah-

vistama lähtösignaali. KytKentätransistori Q7 on ohjaamassa ensimmäisen vahvistinosan e toimintaa.

Toisessa vahvistinosassa f ensimmäisen asteen transistoripiiri (ensimmäinen vahvistinaste) Q4, toisen asteen transistoripiiri (toinen vahvistinaste) Q5 ja viimeisen asteen transistoripiiri (viimeinen vahvistinaste) Q6 on 5
kytketty peräkkäisesti kaskadiin. Kussakin vahvistinasteessa on ensimmäisestä kolmanteen liittimet samalla tavoin kuin ensimmäisessä vahvistinosassa e. Täten ensimmäisen asteen ensimmäinen liitin toimii toisena tuloliittimenä Pin2, jolla vastaanotetaan suuritaajuiseen tehonvahvistinlaitteeseen syötettävä toinen 10
tulosignaali. Viimeisen asteen toinen liitin toimii toisena lähtöliittimenä Pout2, jolla lähetetään suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen vahvistaman toisen lähtösignaali. KytKentätransistori Q8 on ohjaamassa ensimmäisen vahvistinosan f toimintaa.

Joko ensimmäinen tai toinen vahvistinosa e tai f tehdään valinnan 15
mukaan aktiiviseksi kytKentäliittimeen Tctl tuotavan vahvistinosan valintasignaalin Vctl perusteella ja toinen vahvistinosa tehdään epäaktiiviseksi. Invertteri 10 on mukana kytKentätransistorien Q7 ja Q8 sekä kytKentäliittimen Tctl joukossa.

Invertterissä 10 on MOSFET-transistori Q9. Transistorin Q9 ohjauselektrodi on kytetty kytKentäliittimeen Tctl veräjäesijännitevastuksen R7 20
kautta. Ensimmäisen vahvistinosan e kytKentätransistorin Q7 ohjauselektrodi on kytetty transistorin Q9 ohjauselektrodiin siten, että vastus R7 määrää myös kytKentätransistorin Q7 veräjäesijännitteen.

Transistorin Q9 lähtöelektrodi on kytetty toisen vahvistinosan f kytKentätransistorin Q8 ohjauselektrodiin. Edelleen kytKentätransistorin Q8 ohjauselektrodi on kytetty tehonsyöttöpotentiaaliliittimeen (tehonsyöttöliitin: Vdd) 25
vastuksen R8 kautta siten, että ennalta määrätty veräjäesijännite tulee viedyksi transistoriin Q8. Transistorit Q7 ja Q8 sekä invertteri 10 muodostavat vahvistinosan valitsevan piirin.

30 Vastaavien transistoripiirien (vahvistinasteiden) vahvistuksia ensimmäisessä ja toisessa vahvistinosassa e ja f ohjataan ohjausliittimeen Vpac tuotavalla tehonohjaussignaaliilla. Tällöin jännitteen jakovastukset on sijoitettu siten, että optimit vahvistuksenohjausjännitteet viedään vastaaviin transistoripiireihin, kuten myöhemmin selostetaan.

Toisin sanoen johdin haaroitetaan kahdeksi ohjausliittimeen Tapc kytketyssä solmukohdassa D. Yksi haaroista syöttää ensimmäistä vahvistinosaa e ja toinen syöttää toista vahvistinosaa f.

Ensimmäisessä vahvistinosassa e solmukohta D on kytketty viimeisen asteen transistoripiiriin (viimeinen vahvistinaste) Q3 ohjauselektrodiin vastuksen R1 kautta. Viimeisen asteen transistoripiiriin Q3 ja vastuksen R1 välissä oleva solmukohta E on kytketty toisen asteen transistoripiiriin (toinen vahvistinaste) Q2 ohjausliittimeen (ensimmäinen liitin) vastuksen R3 kautta. Solmukohta F toisen asteen transistoripiiriin Q2 ja vastuksen R3 välissä on kytketty ensimmäisen asteen transistoripiiriin (ensimmäinen vahvistinaste) Q1 ohjauselektrodiin vastuksen R4 kautta. Solmukohta G ensimmäisen asteen transistorin Q1 ja vastuksen R4 välissä on kytketty vertailupotentiaaliin (esimerkiksi maapotentiaaliin GND) vastuksen R5 kautta. Tämän seurauksena määrittyvät veräjäesijännitteet ensimmäisen asteen, toisen asteen ja viimeisen asteen transistoripiireihin Q1 - Q3, toisin sanoen vahvistuksenohjaussignaali Vg1 - Vg3.

Toisessa vahvistinosassa f, samalla tavoin kuin ensimmäisessä vahvistinosassa e, solmukohta D on kytketty viimeisen asteen transistoripiiriin Q6 ohjausliittimeen vastuksen R6 kautta. Viimeisen asteen transistoripiiriin Q6 ja vastuksen R6 välissä oleva solmukohta K on kytketty toisen asteen transistoripiiriin Q5 ohjausliittimeen vastuksen R10 kautta. Solmukohta L toisen asteen transistoripiiriin Q5 ja vastuksen R10 välissä on kytketty ensimmäisen asteen transistoripiiriin Q4 ohjausliittimeen vastuksen R12 kautta. Solmukohta M ensimmäisen asteen transistoripiiriin Q4 ja vastuksen R12 välissä on kytketty vertailupotentiaaliin (esimerkiksi GND) vastuksen R11 kautta. Tämän seurauksena määrittyvät veräjäesijännitteet ensimmäisen asteen, toisen asteen ja viimeisen asteen transistoripiireihin Q4 - Q6, toisin sanoen vahvistuksenohjaussignaali Vg4 - Vg6.

Kytkeäntätransistorien Q7 ja Q8 sekä transistorin Q9 muut elektrodit on edelleen kytketty vastaavasti vertailupotentiaaliin GND.

Esimerkkeinä jännitteen jakovastusten arvoista, $R1 = R6 = 1,2 \text{ k}\Omega$, $R2 = R9 = 200 \Omega$, $R7 = R8 = 10 \text{ k}\Omega$, $R3 = R10 = 300 \Omega$, $R4 = R12 = 300 \Omega$ ja $R5 = R11 = 2 \text{ k}\Omega$. Tehonsyöttöpotentiaali (Vdd) on esimerkiksi 3,5 V.

Kuten on esitetty kuviossa 5, edellä mainittu piiri muodostetaan yleensä asentamalla vastaavat elektroniset osat (yllä mainitut transistorit ja vastukset) kytkentälevylle 2. Kuviossa 5 johtimet 11 on muodostettu ennalta

määrätyn kuvion mukaisesti kytkentälevyn 2 pääpinnalle. Tämän lisäksi johtimet 11 muodostavat lankakytkentäkohdan 14. Sitten vastaavien transistorien elektrodit 12 ja lankakytkentäkohta 14 kytketään toisiinsa johtimilla 13.

Tällä tavoin kokoonpannulla kaksikaistaisella PA-moduulilla 1 on
5 kaksi suuritaajuista tehonvahvistinosaa, jotka aktivoidaan kytkemällä.

Suoritusmuodossa 1 enimmäistä vahvistinosaa e voidaan käyttää suuritaajusten tulosignaalien tehonvahvistuksen GSM:ssä (kantotaajuus 900 MHz) ja toista vahvistinosaa voidaan käyttää suuritaajusten tulosignaalien tehonvahvistukseen PCN:ssä (kantotaajuus 1,75 GHz).

10 Suoritusmuodon 1 kaksikaistainen PA-moduuli 1 on esimerkin vuoksi sisällytetty matkaviestinlaitteeseen kuten radioviestinlaite. Kuvio 7 on lohko-kaavio matkaviestinlaitteen (kannettava puhelin) radio-osasta, johon sisältyy tällainen kaksikaistainen PA-moduuli 1.

Kuten on esitetty kuviossa 7, kaksikaistainen kannettava puhelin sisältää kantakaistaosan 40, joka on kytketty mikrofonin tai kaiuttimeen ja joka
15 sisältää kantakaistan IC:n; muuntimen 41, joka on kytketty kantakaistaosaan 40 ja joka sisältää analogia-digitaalimuuntimen ja digitaali-analogiamuuntimen; signaaliprosessointiosan 42 kytkettynä muuntimeen 41; antennin 43; kytkimen 44, jolla kytketään antennia 43 lähetys- ja vastaanottotoimintojen välillä; kaksikaistaisen PA-moduulin 1 signaaliprosessointiosan 42 ja kytkimen 44 välissä;
20 kaksi matalakohinavahvistinta (LNS) 45 ja 46, jotka ovat kahdessa osassa signaaliprosessointiosan 42 ja kytkimen 44 välissä; RF VCO:n (jänniteohjattu oskillaattori) 47 kytkettynä signaaliprosessointiosaan 42; ja kaksoissyntesoijan 48, jonka RF PLL ja IF PLL on kytketty vastaavasti RF VCO:hon 47 ja signaaliprosessointiosaan 42.
25

Signaaliprosessointiosa 42 sisältää lähetysosassa modulaattorin 50 ja siihen kytketyn PLL:n 51 (vaihelukittu silmukka). Modulaattori 50 on kytketty muuntimeen 41 ja PLL 51 on kytketty kaksikaistaiseen PA-moduuliin 1.

Tämän lisäksi signaaliprosessointiosa 42 sisältää vastaanotinosassa kaksi RF-sekoittajaa 52 ja 53, jotka ovat valmistellut kahdelle taajuuskais-
30 talle ja ovat vastaavasti kytketyt matalakohinavahvistimiin (LNA) 45 ja 46, IG-sekoittajan 54, jonka AGC (automaattinen vahvistuksen säätö) on kytketty RF-sekoittajiin 52 ja 53, ja demodulaattorin 55 kytkettynä IF-sekoittajaan 54. Demodulaattori 55 on kytketty muuntimeen 41.

35 Tämän lisäksi kaksoissyntesoija 48 on kytketty IF-sekoittajaan 54, modulaattoriin 50 ja demodulaattoriin 55 signaaliprosessointiosassa 42 olevan

IF VCO:n 56 kautta. Lisäksi RF VCO 47 on kytketty PLL:ään 51 ja RF-sekoittajiin 52 ja 53.

Tällaisen järjestelmäkokoonpanon omaavassa kaksikaistaisessa kannettavassa puhelimessa PA-moduulin yksi LNA, yksi RF-sekoittaja, yksi RF VCO ja yksi vahvistinosa valitaan käytettävän järjestelmän (taajuus) mukaan ja muut pistetään unitilaan (ei käytössä). Niiden kytkeminen päätetään liikennetilanteen mukaan kussakin järjestelmässä tai valinnaisesti manuaalisesti.

Tämä kytkentäsignaali Vtc1 syötetään esimerkiksi CPU:n 60 kautta. Toisaalta tehonohjaussignaali Vapc syötetään esimerkiksi automaattisesta tehonohjaimesta 62, jolla on tavanomaisesti tunnettu kokoonpano. Automaattinen tehonohjain 62 vastaanottaa PA-moduulin 1 lähtöä osoittavan ilmaisemissignaalin jommastakummasta kytkijästä 64a tai 64b, jotka on kytketty PA-moduulin 1 lähtöjohtimeen, ja vastaanottaa edelleen ennalta määrättyä tehon antoa vastaavan vertailusignaalin Vref CPU:lta 60. Automaattinen tehonohjain 62 vertaa kytkijästä tulevaa ilmaisemissignaalia vertailusignaaliin siten, että tehonohjaussignaali Vapc määrittyy vertailun lopputuloksen perusteella. Näin määritetty tehonohjaussignaali Vapc syötetään PA-moduulin 1 ohjausliittimeen Tapc.

Suoritusmuodon 1 mukaisella kaksikaistaisella kannettavalla puhelimella voidaan saada aikaan kaksikaistainen viestintä.

Suoritusmuodolla 1 voidaan saada aikaan ainakin seuraavat vaikutukset:

(1) Kytkentätransistorit Q7 ja Q8, joilla käynnistetään vastaavat vahvistinosat (ensimmäinen ja toinen vahvistinosa e ja f) asetetaan valitsemaan toinen vahvistinosista perustuen kytkentäsignaaliin Vctl, joka tuodaan kytkentäliittimen Tctl kautta invertterin 10 transistorin Q9 ohjauselektrodille. Tämän seurauksena kytkentäliittimet voidaan yhdistää yhdeksi, toisin sanoen kytkentäliittimeksi Vctl, jolloin kytkennän käsitteleminen on kätevää.

(2) Vahvistinosien (ensimmäinen ja toinen vahvistinosa e ja f) vastaaviin transistoripiireihin Q1 - Q6 syötetään sopivat veräjäesijännitteet (vahvistuksenohjausjännitteet) siten, että esijännitteen ohjaus suoritetaan hyvin. Tämän ansiosta ei ainoastaan ole mahdollista saada vahvistinosien vahvistusominaisuuksien lineaarisuuden parantumista vaan on myös mahdollista alen-
taa ohjausvirtaa (lapc) ja siten vähentää tehonkulutusta. Toisin sanoen, jos vastukset (esimerkiksi R1, R3, R4 ja R5) asetetaan saamaan vastaavissa as-

teissa olevien transistorien esijännitteet optimiarvoihinsa (suuri lineaarisuus), ohjausvirran lapc kulkutiet yhdistyvät yhdeksi, jolloin lapc:tä voidaan pienentää. Toisin sanoen vastukset (esimerkiksi R1, R3, R4 ja R5) voidaan asettaa pieniksi vastaten ohjausvirran lapc pienennystä. Täten kytkentäominaisuuksista tulee tyydyttäviä.

(3) Tämän lisäksi ohjausliittimen Tapc ja vastaavien transistoripiirien Q1 - Q6 välissä olevien vastuksien resistanssiarvoja voidaan pienentää virrankulutuksen pienenemisen mukaisesti, jolloin kytkentäominaisuudet paranevat.

Kuvio 6 on käyrä, joka esittää korrelaation tehonvahvistinlaitteen lähdön Pout ja vahvistinosien kytkentäajan välillä suoritusmuodossa 1. Kuten on esitetty samasta käyrästä, olettaen, että spesifikaatio täyttyy kytkentäajan ollessa 2 μ s, käy ilmi, että kytkentäaika kestää 2 μ s tai vähemmän, kunnes lähtö Pout saavuttaa 35 dBm, mikä täyttää spesifikaation.

(4) Suoritusmuodon 1 radioviestintälaite sisältää suuritaajuuden tehonvahvistinlaitteen, joka on kytkentäkyvyltään ja lineaarisuudeltaan ylivoimainen ja joka voi vähentää virrankulutusta. Näin ollen on mahdollista antaa monikaistainen viestintäjärjestelmä, joka on suorituskyvyltään ylivoimainen ja jolla voidaan vähentää tehonkulutusta.

(Suoritusmuoto 2)

Kuvio 8 on kaksikaistaisen suuritaajuuden tehonvahvistinlaitteen ekvivalentti piirikaavio, joka on esillä olevan keksinnön toinen suoritusmuoto (suoritusmuoto 2).

Vastukset R2 ja R9, jotka suoritusmuodossa 1 sijaitsevat vastaavasti ensimmäisen vahvistinosan e kytkentätransistorin Q7 ja solmukohdan E välissä sekä toisen vahvistinosan f kytkentätransistorin Q8 ja solmukohdan K välissä, on suoritusmuodossa 2 korvattu vastaavasti käämeillä L1 ja L2.

Missä tahansa käämissä, mitä korkeampi taajuus on, sitä suurempi on käämin impedanssi. Näin ollen käämien L1 ja L2 ollessa sijoitettuna kytkentätransistorin Q7 ja solmukohdan E väliin sekä kytkentätransistorin Q8 ja solmukohdan K väliin vastaavasti vastusten R2 ja R9 sijasta, solmukohta E tai K voidaan oikosulkea kytkentätransistorin Q7 tai Q8 nieluelektrodiin tasavirran lähtöelektrodiksi, kun toisaalta solmukohta voi saada suuren impedanssin suuralle taajuudelle. Vaikka näiden käämien spesifikaatiot riippuvatkin taajuudesta, voidaan esimerkiksi käyttää 20 nH tai suurempia käämejä.

Esimerkiksi, kun ensimmäistä vahvistinosaa e ensimmäisestä tulo liittimestä Pin1 ensimmäiseen lähtöliittimeen Pout1 käytetään GSM:ään (900

MHz) ja toista vahvistinosaa f toisesta tuloliittimestä Pin2 toiseen lähtöliittimeen Pout2 käytetään PCN:ään (1,75 GHz), vastukset R2 ja R9 eivät niitä käytettäessä voisi saada tarpeeksi suuria resistanssiarvoja. Tämän vuoksi PCN-toiminnassa suuritaajuinen signaali vuotaa vastuksen R9 läpi, jolloin tehokkuus heikkenee. Toisaalta, kun käytetään käämejä L1 ja L2 vastusten R2 ja R9 sijaista, kuten suoritusmuodon 2 tapauksessa, suuritaajuisia vuotoa voidaan rajoittaa siten, että tehokkuutta voidaan estää heikkenemästä.

Seuraavaksi selostetaan edelleen esillä olevan keksinnön suoritusmuotoa viitaten kuvioihin 9 - 11. Kuvio 9 esittää kuvion 2 piirikokoonpanon yksityiskohtaisemmin. Viitemerkinnät L1 - L20 edustavat sovituspäirejä. Kuvio 10 on käyrä, joka esittää vastaaviin vahvistinasteisiin tuotujen vahvistuksenohjaussignaalien Vg1, Vg2 ja Vg3 muutokset suhteessa ohjausliittimeen Tapc tuodun tehonohjaussignaalin Vapc muutokseen. Kuvio 11 on käyrä, joka esittää vahvistinosan (suuritaajuinen teholaitte) tehonannon muutoksen suhteessa tehonohjaussignaalin Vapc muutokseen.

Kuviossa 9, kun vahvistinaste on vähemmän edeltävä, transistorin veräjän leveys suhteessa transistorin veräjän pituuteen on suurempi. Näin ollen tendenssinä on, että kun vahvistinaste tulee myöhemmin, sen vahvistus on pienempi. Jos oleellisesti yhtä suuri esijännite, toisin sanoen yhtä suuri vahvistuksenohjausjännite (-signaali) viedään vastaaviin vahvistinasteisiin vahvistinosassa e tai f , johtoreunasta tehonannon suhteessa tehonohjaussignaaliin Vapc vahvistinosassa e tai f tulee terävä, kuten kuvion 11 käyrä X esittää. Tämä on epämukavaa, kun vaihdellaan tehonohjaussignaalia Vapc pyrittäessä ohjaamaan suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen tehon antoa tarkasti.

Kuviossa 1, 8 ja 9 esitetyissä esillä olevan keksinnön suoritusmuotojen mukaisissa kokoonpanoissa kunkin vahvistinosan vahvistinasteen ollessa aikaisempi, tuohon vahvistinasteeseen tuotava esijännite (vahvistuksenohjausjännite) tehdään pienemmäksi, kuten on esitetty kuviossa 10. Tämän ansiosta johtoreunasta tehonannon suhteessa tehonohjaussignaaliin Vapc tulee pehmeä, kuten kuvion 11 käyrä P1 esittää, jolloin suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen tehonannon ohjausominaisuudet paranevat.

Vaikka kuviossa 11 on esitetty vahvistinosan e lähdön ominaisuudet, vahvistinosan f lähdön ominaisuudet P2 on myös suunniteltu siten, että kun vahvistinaste on aikaisempi, vahvistinasteeseen tuotava esijännite (vahvistuksenohjausjännite) tehdään pienemmäksi, kuten on esitetty kuviossa 10.

Näin ollen vahvistinosan f lähdön ominaisuudet P2 ovat samanlaiset kuin kuvion 11 käyrän P1 esittämät.

Tämän sovelluksen keksijöiden kehittämä keksintö on selostettu spesifisesti sen suoritusmuotojen perusteella. Keksintö ei kuitenkaan rajoitu
5 yllä mainittuihin suoritusmuotoihin vaan on itsestään selvää, että siihen voidaan tehdä lukuisia muutoksia poikkeamatta keksinnön hengestä.

Vaikka yllä mainittuja suoritusmuotoja selostettiin esimerkein, joissa esillä olevaa keksintöä sovellettiin monikaistaisen viestintäjärjestelmän radio-
viestintälaitteeseen, esillä oleva keksintö soveltuu yhtä hyvin monimuotoisen
10 viestintäjärjestelmän radioviestintälaitteeseen ja radioviestintälaitteeseen sisältyvään suuritaajuiseen tehonvahvistinlaitteeseen ja tällöin sillä voi olla samanlaiset vaikutukset. Tämän lisäksi esillä oleva keksintö soveltuu samalla tavoin teknologiaan, jossa on useita kaistaltaan ja muodoltaan erilaisia vahvistinosia ja tällöinkin sillä voi olla samanlaiset vaikutukset.

15 Esillä oleva keksintö soveltuu mihin tahansa teknologiaan, kun se liittyy suuritaajuiseen tehonvahvistinlaitteeseen ja useaan vahvistinosaan.

Yllä mainittujen eri suoritusmuotojen mukaisesti voidaan odottaa seuraavia vaikutuksia:

(1) Suuritaajuisessa tehonvahvistinlaitteessa kytkentätransistorit, joilla käynnistetään vastaavat vahvistinosat, asetetaan siten, että vahvistinosat
20 valitaan perustuen kytkentäsignaaliin, joka tuodaan kytkentäliittimen kautta vahvistinosan valitsevan piirin transistorin ohjauselektrodille. Tämän seurauksena, jos vahvistinosien lukumäärä on kaksi, kytkentäliittimet voidaan yhdistää yhdeksi, jolloin kytkennän käsitleminen on kätevää.

25 (2) Suuritaajuisessa tehonvahvistinlaitteessa vahvistinosien vastaviin transistoreihin syötetään sopivat veräjäesijännitteet siten, että ei ainoastaan ole mahdollista saada vahvistinosien vahvistusominaisuuksien lineaarisuuden parantumista vaan on myös mahdollista alentaa virrankulutusta ja siten vähentää tehonkulutusta.

30 (3) Tämän lisäksi ohjausliittimen, johon tehonohjaussignaali syötetään, ja vastaavien transistorien välissä olevien vastuksien resistanssiarvoja voidaan pienentää virrankulutuksen pienenemisen mukaisesti, jolloin kytkentäominaisuudet paranevat.

(4) Radioviestintälaitteella, joka sisältää suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen, on mahdollista antaa monikaistaiseen viestintäjärjestelmään radio-
35 viestintälaitte, joka on suorituskyvyltään ylivoimainen ja jolla voidaan vähentää tehonkulutusta.

Patenttivaatimukset

1. Suuritaajuinen tehonvahvistinlaite sisältää:

useita vahvistinasteita sisältäen ainakin ensimmäisen ja viimeisen
asteen, kun kullakin näistä useista vahvistinasteista on ensimmäinen liitin tulo-
5 signaalin vastaanottamiseksi mainittuun asteeseen, toinen liitin lähtösignaalin
lähettämiseksi mainitusta asteesta, ja kolmas liitin vertailupotentiaalin vastaan-
ottamiseksi mainittuun asteeseen, kun mainitun ensimmäisen asteen ensim-
mäinen liitin on sovitettu vastaanottamaan mainitun suuritaajuisen tehonvah-
vistinlaitteen suuritaajuinen tulosignaali, kun mainitun viimeisen asteen toinen
10 liitin on sovitettu lähettämään ulos mainitun suuritaajuisen tehonvahvistinlait-
teen suuritaajuinen lähtösignaali, kun kunkin vahvistinasteen, viimeistä astetta
lukuun ottamatta, toinen liitin on sähköisesti kytketty sitä seuraavan asteen en-
simmäiseen liittimeen, kun kunkin vahvistinasteen, mainittua ensimmäistä as-
tetta lukuun ottamatta, vahvistus on pienempi kuin sitä edeltävän asteen;

15 ohjausliittimen tehonohjaussignaalin vastaanottamiseksi; ja
useita jakovastuksia kytkettynä sarjaan toistensa kanssa mainitun
ohjausliittimen ja vertailupotentiaalin väliin mainitun tehonohjaussignaalin jän-
nitteen jakamiseksi ja siten usean eri vahvistuksenohjaussignaalin synnyttämi-
seksi, kun mainitut eri vahvistuksenohjaussignaalit syötetään vastaavasti mai-
20 nittujen usean vahvistinasteen mainittuihin eri ensimmäisiin liittimiin, kun kun-
kin asteen mainittuun ensimmäiseen liitimeen viedyn mainitun vahvistuk-
senohjaussignaalin absoluuttiarvo on pienempi kuin aiemman edellisen asteen
ensimmäiseen liitimeen viedyn mainitun vahvistuksenohjaussignaalin abso-
luuttiarvo.

25 2. Suuritaajuinen tehonvahvistinlaite sisältää:

ensimmäisen vahvistinosan, jossa on useita vahvistinasteita mukaan lukien ainakin ensimmäinen ja viimeinen aste, kun mainituista useista vahvistinasteista kullakin on ensimmäinen liitin mainitun asteen tulosignaalin vastaanottamiseksi ja mainitun asteen esijännitesignaalin vastaanottamiseksi, toinen liitin mainitun asteen lähtösignaalin lähettämiseksi ja kolmas liitin mainitun asteen vertailupotentiaalin vastaanottamiseksi, kun mainitun ensimmäisen asteen ensimmäinen liitin on sovitettu vastaanottamaan mainitun suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen ensimmäinen suuritaajuinen tulosignaali, kun mainitun viimeisen asteen toinen liitin on sovitettu lähettämään mainitun suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen ensimmäinen suuritaajuinen lähtösignaali, kun mainittua viimeistä astetta lukuun ottamatta kunkin vahvistinasteen toinen liitin

on sähköisesti kytketty sitä seuraavan asteen ensimmäiseen liittimeen, kun mainittua ensimmäistä astetta lukuun ottamatta kunkin mainitun vahvistinasteen vahvistus on pienempi kuin sitä edeltävän asteen;

- toisen vahvistinosan, jossa on useita vahvistinasteita mukaan lukien
- 5 ainakin ensimmäinen ja viimeinen aste, kun mainituista useista vahvistinasteista kullakin on ensimmäinen liitin mainitun asteen tulosignaalin ja mainitun asteen esijännitesignaalin vastaanottamiseksi, toinen liitin mainitun asteen lähtösignaalin lähettämiseksi ja kolmas liitin mainitun asteen vertailupotentiaalin vastaanottamiseksi, kun mainitun ensimmäisen asteen ensimmäinen liitin on
 - 10 sovitettu vastaanottamaan mainitun suuritaajuuden tehonvahvistinlaitteen toinen suuritaajuinen tulosignaali, kun mainitun viimeisen asteen toinen liitin on sovitettu lähettämään mainitun suuritaajuuden tehonvahvistinlaitteen toinen suuritaajuinen lähtösignaali, kun mainittua viimeistä astetta lukuun ottamatta kunkin vahvistinasteen toinen liitin on sähköisesti kytketty sitä seuraavan as-
 - 15 teen ensimmäiseen liittimeen, kun mainittua ensimmäistä astetta lukuun ottamatta kunkin mainitun vahvistinasteen vahvistus on pienempi kuin sitä edeltävän asteen;

ohjausliittimen tehonohjaussignaalin vastaanottamiseksi;

- ensimmäisen sarjan jakovastuksia kytkettynä sarjaan toistensa kanssa
- 20 sa mainitun ohjausliittimen ja vertailupotentiaalin väliin mainitun tehonohjaussignaalin jännitteen jakamiseksi ja siten usean eri ensimmäisen vahvistuksenohjaussignaalin synnyttämiseksi, kun mainitut eri ensimmäiset vahvistuksenohjaussignaalit syötetään esijännitesignaaleina mainitussa ensimmäisessä vahvistinosassa olevien mainittujen useiden vahvistinasteiden vastaaviin en-
 - 25 simmäisiin liittimiin, kun kunkin mainitun asteen mainittuun ensimmäiseen liittimeen tuodun mainitun ensimmäisen vahvistuksenohjaussignaalin jännitteen absoluuttiarvo on pienempi kuin aikaisemman edeltävän asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun mainitun ensimmäisen vahvistuksenohjaussignaalin absoluuttiarvo;

- 30 toisen sarjan jakovastuksia kytkettynä sarjaan toistensa kanssa mainitun ohjausliittimen ja mainitun vertailupotentiaalin väliin mainitun tehonohjaussignaalin jännitteen jakamiseksi ja siten usean eri toisen vahvistuksenohjaussignaalin synnyttämiseksi, kun mainitut eri toiset vahvistuksenohjaussignaalit syötetään esijännitesignaaleina mainitussa toisessa vahvistinosassa
- 35 olevien mainittujen useiden vahvistinasteiden vastaaviin ensimmäisiin liittimiin, kun kunkin mainitun asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun mainitun toisen

vahvistuksenohjaussignaalin jännitteen absoluuttiarvo on pienempi kuin aikaisemman edeltävän asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun mainitun toisen vahvistuksenohjaussignaalin absoluuttiarvo;

- valintapiirin, joka on kytketty mainittuun ensimmäiseen ja toiseen
- 5 sarjaan sarjakytkettyjä vastuksia, kun mainittu valintapiiri toimii vahvistinosan valintasygnaalin mukaan ja saa aikaan mainitun tehonohjaussignaalin syötön joko mainittuun ensimmäiseen sarjakytkettyjen vastusten sarjaan tai mainittuun toiseen sarjakytkettyjen vastusten sarjaan ja saa aikaan tehonohjaussignaalin kulun eston toiseen näistä mainituista ensimmäisestä ja toisesta sarjakytkettyjen vastusten sarjoista, jotta saataisiin joko mainittu ensimmäinen tai
- 10 toinen vahvistinosa aktiiviseksi ja toinen vahvistinosa epäaktiiviseksi.

3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, jossa mainittu valintapiiri sisältää:

- ensimmäisen eristetyn veräjän kanavatransistorin, jolla on lähde on
- 15 kytkettynä mainittuun vertailupotentiaaliin, veräjä mainitun valintasygnaalin vastaanottamiseksi ja nielu;

- ensimmäisen impedanssielimen, jonka kautta mainitun ensimmäisen transistorin mainittu nielu on kytketty mainitun ensimmäisen sarjakytkettyjen vastusten sarjan yhden vastuksen toiseen päähän, mainitun vastuksen
- 20 toisen päässä ollessa kytketty mainittuun ohjausliittimeen;

toisen eristetyn veräjän kanavatransistorin, jolla lähde on kytkettynä mainittuun vertailupotentiaaliin, veräjä mainitun valintasygnaalin vastaanottamiseksi ja nielu; ja

- toisen impedanssielimen, jonka kautta mainitun toisen transistorin
- 25 mainittu nielu on kytketty mainitun toisen sarjakytkettyjen vastusten sarjan yhden vastuksen toiseen päähän, mainitun vastuksen toisen päässä ollessa kytketty mainittuun ohjausliittimeen.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, jossa mainitun valintapiirin kumpikin mainituista ensimmäisestä ja toisesta impedanssielimestä on vastus.
- 30

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, jossa mainitun valintapiirin kumpikin mainituista ensimmäisestä ja toisesta impedanssielimestä on induktori

6. Suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, jossa on ensimmäinen ja toinen vahvistinosa, joista kumpikin sisältää useita kaskadiin kytkettyjä vahvistinasteita, kun kullakin mainituista vahvistinasteista, mainittua ensimmäistä vah-
- 35

vistinastetta lukuun ottamatta, on pienempi vahvistus kuin sitä edeltävällä asteella;

kussakin mainitussa vahvistinosassa yksi kytkentätransistori, joka saa yhden mainituista vahvistinosista aktiiviseksi valinnan mukaan;

5 vahvistinosan valitseva piiri, jolla ohjataan mainittuja kytkentätransistoreja kytkentäsignaalin mukaan;

ohjausliitin tehonohjaussignaalin vastaanottamiseksi;

ensimmäinen sarja jakovastuksia kytkettynä sarjaan toistensa kanssa mainitun ohjausliittimen ja vertailupotentiaalin väliin mainitun tehonohjaus-
 10 signaalin jännitteen jakamiseksi ja siten usean eri ensimmäisen vahvistuksenohjaussignaalin synnyttämiseksi, kun mainitut eri ensimmäiset vahvistuksenohjaussignaalit syötetään esijännitesignaaleina mainitussa ensimmäisessä vahvistinosassa olevien mainittujen useiden vahvistinasteiden vastaaviin ensimmäisiin liittämiin, kun kunkin mainitun asteen mainittuun ensimmäiseen liittimeen
 15 tuodun mainitun ensimmäisen vahvistuksenohjaussignaalin jännitteen absoluuttiarvo on pienempi kuin aikaisemman edeltävän asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun mainitun ensimmäisen vahvistuksenohjaussignaalin absoluuttiarvo; ja

toinen sarja jakovastuksia kytkettynä sarjaan toistensa kanssa mainitun ohjausliittimen ja mainitun vertailupotentiaalin väliin mainitun tehonohjaussignaalin jännitteen jakamiseksi ja siten usean eri toisen vahvistuksenohjaussignaalin synnyttämiseksi, kun mainitut eri toiset vahvistuksenohjaussignaalit syötetään esijännitesignaaleina mainitussa toisessa vahvistinosassa olevien mainittujen useiden vahvistinasteiden vastaaviin ensimmäisiin liittämiin,
 25 kun kunkin mainitun asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun mainitun toisen vahvistuksenohjaussignaalin jännitteen absoluuttiarvo on pienempi kuin aikaisemman edeltävän asteen ensimmäiseen liittimeen tuodun mainitun toisen vahvistuksenohjaussignaalin absoluuttiarvo.

7. Matkaviestinlaite, joka sisältää patenttivaatimuksen 2 mukaisen
 30 suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen.

8. Matkaviestinlaite, joka sisältää patenttivaatimuksen 6 mukaisen suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen.

(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on suuritaajuinen tehonvahvistinlaite, jossa on vahvistinosa, joka koostuu useasta kaskadiin kytketystä vahvistinasteesta (Q1, Q2, Q3; Q4, Q5, Q6). Tehonohjaussignaali syötetään vahvistinosaan ohjausliittimen (Vapc) kautta ohjaamaan suuritaajuisen tehonvahvistinlaitteen lähtöä (Pout1; Pout2). Kunkin vahvistinasteen vahvistus on pienempi kuin edeltävän asteen vahvistus. Tehonohjaussignaalista synnytyt vahvistuksenohjaussignaalit syötetään vastaaviin vahvistinasteisiin. Jakovastukset (R1, R3, R4, R5; R6, R10, R12, R11) on kytketty sarjaan toistensa kanssa ohjausliittimen (Vapc) ja vertailupotentiaalin väliin jakamaan tehonohjaussignaalin jännite ja siten synnyttämään joukko erilaisia vahvistuksenohjaussignaaleja. Eri vahvistuksenohjaussignaalit syötetään vastaaviin vahvistinasteisiin siten, että kuhunkin asteeseen vietävän vahvistuksenohjaussignaalin absoluuttiarvo on pienempi kuin aikaisempaan edeltävään asteeseen viedyn signaalin absoluuttiarvo.

(Kuvio 2)

FIG. 1

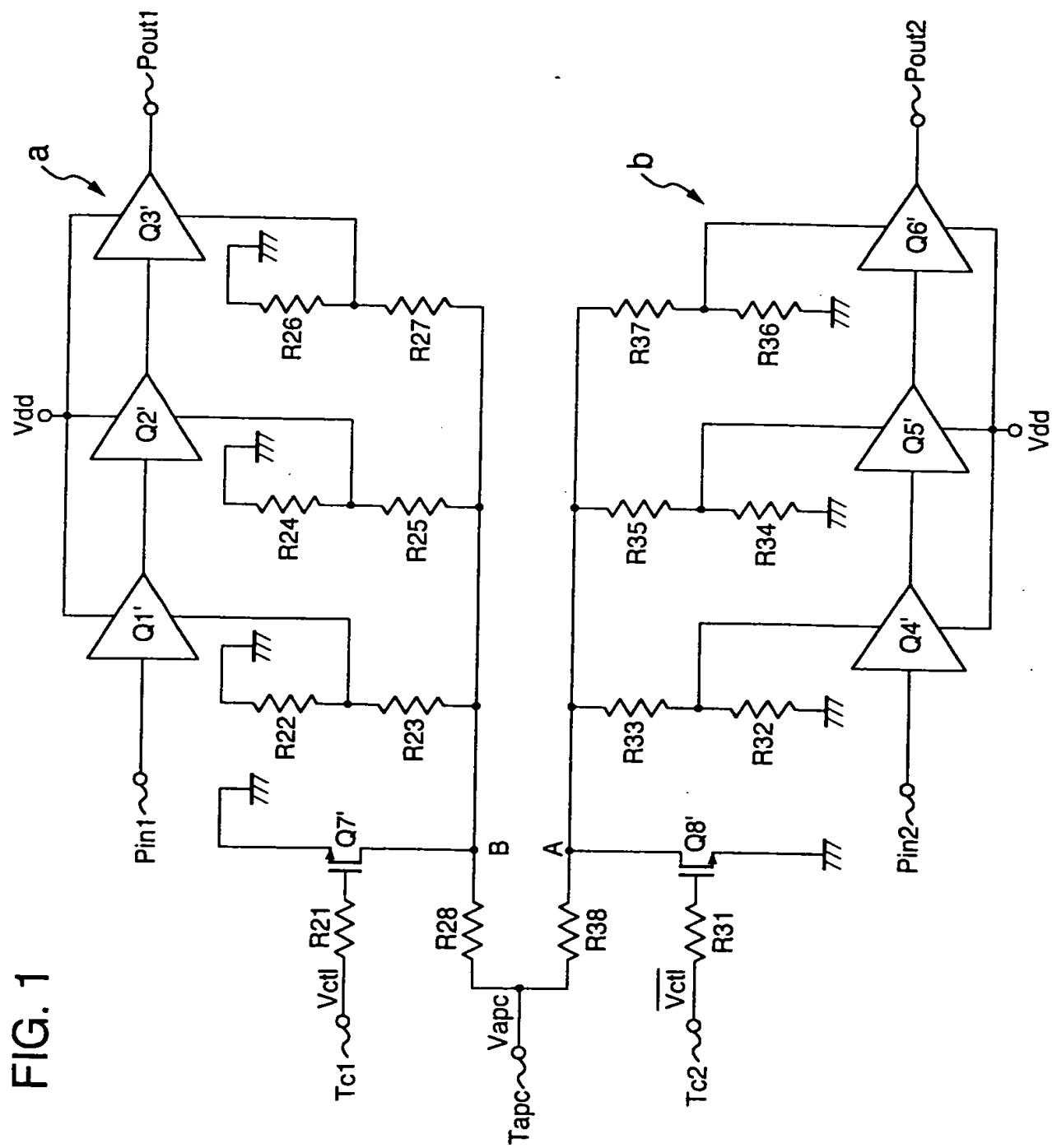


FIG. 3

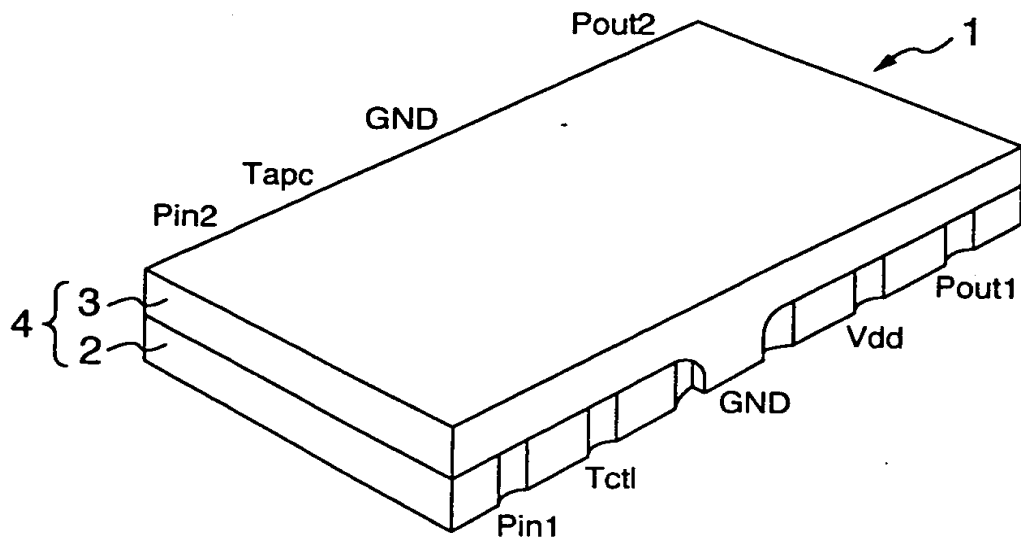


FIG. 4

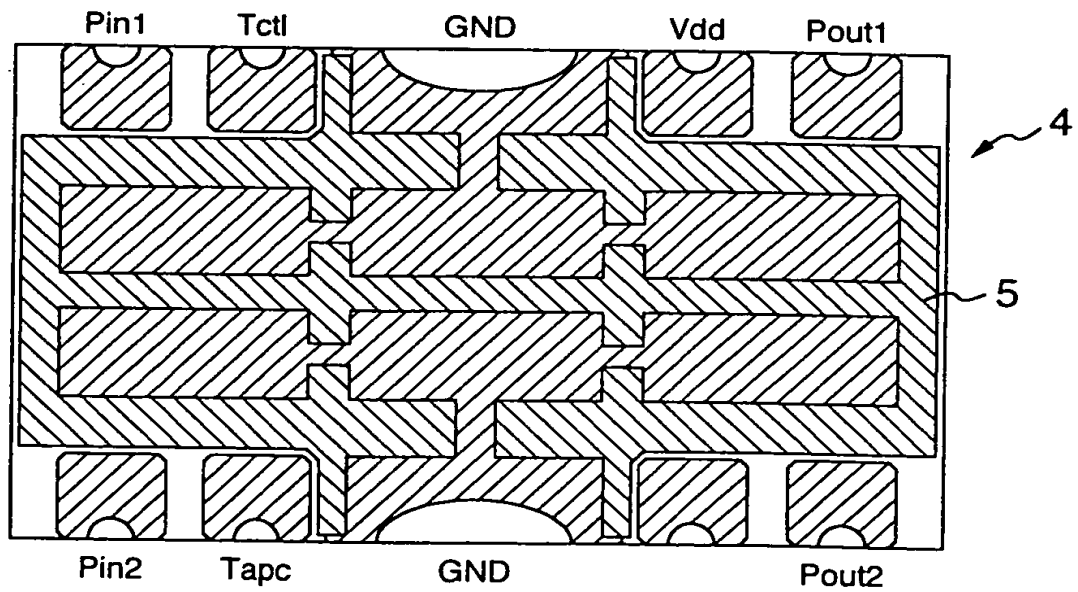


FIG. 5

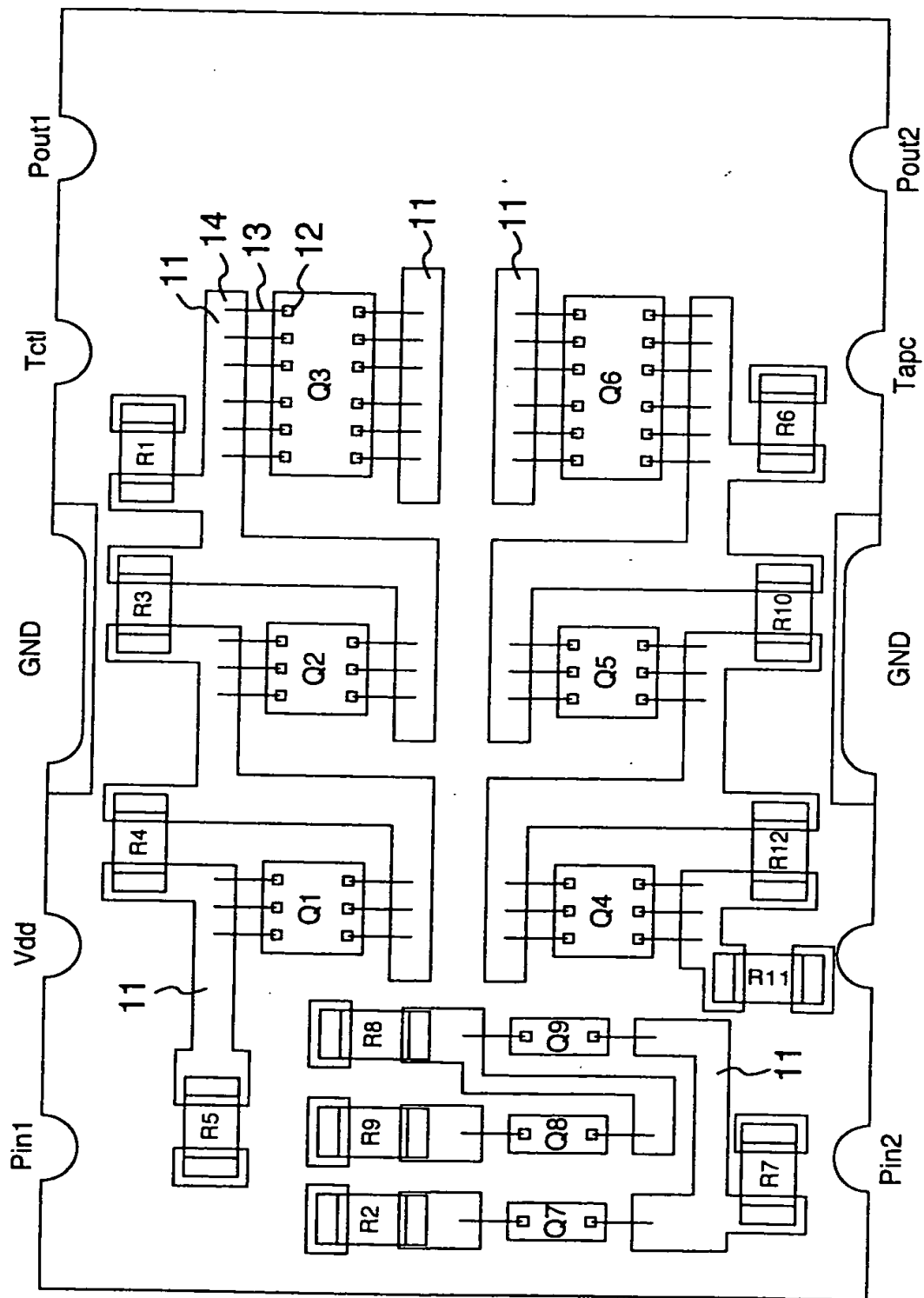


FIG. 6

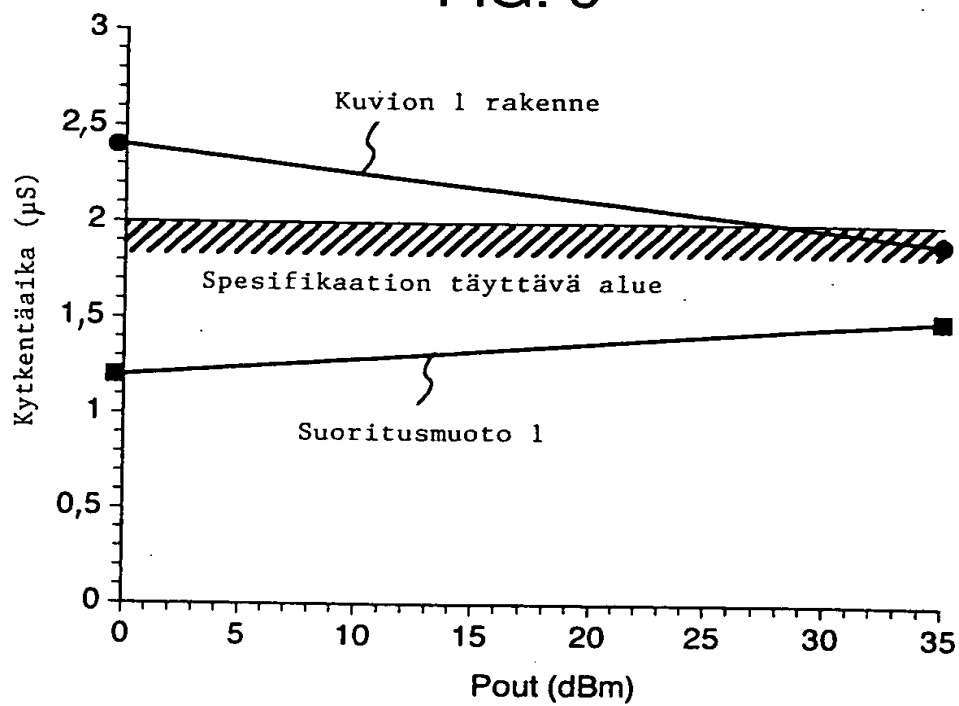


FIG. 7

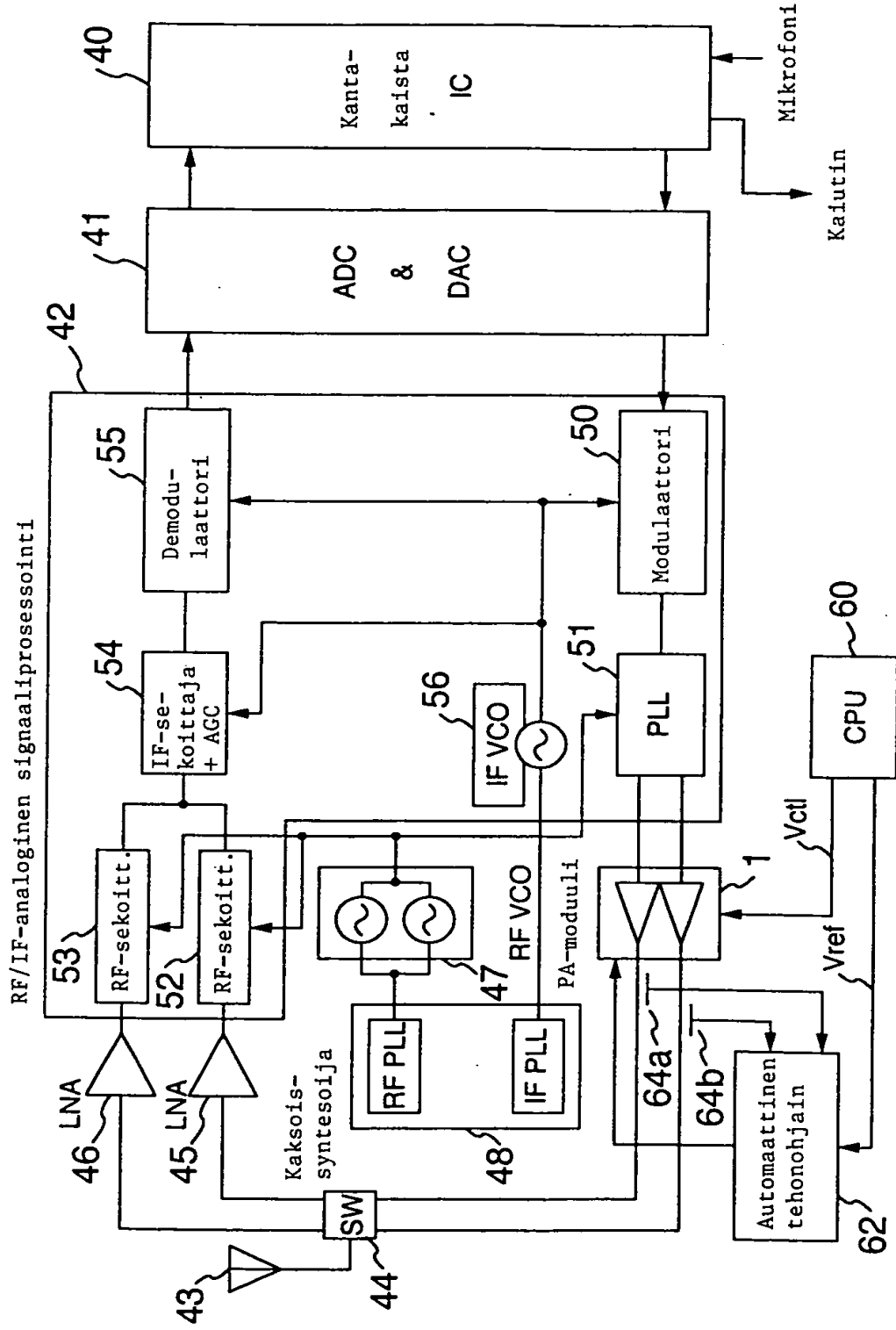


FIG. 8

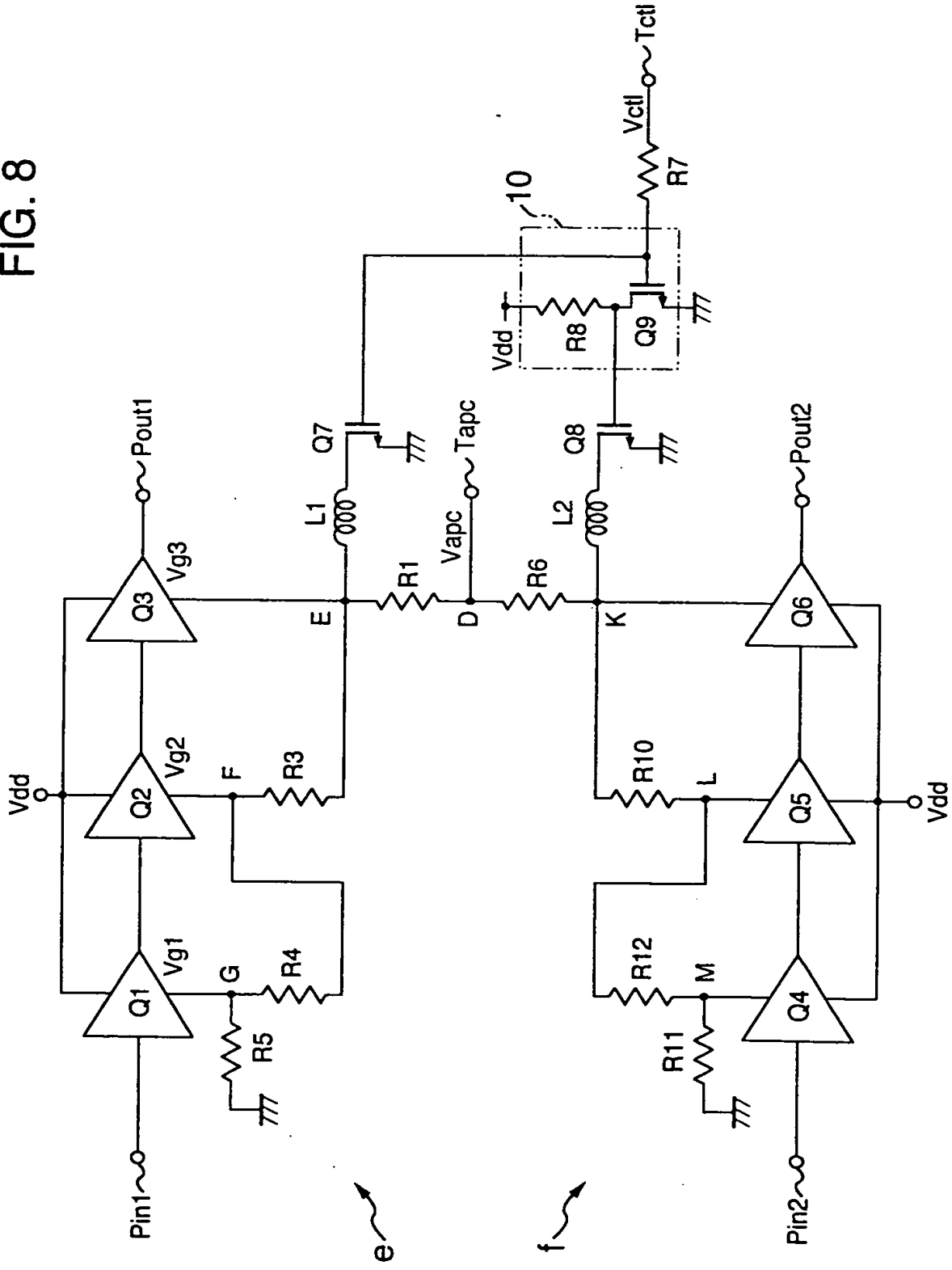


FIG. 9

The circuit diagram illustrates a two-stage CMOS differential amplifier. The input stage (left) features a differential pair of NMOS transistors Q1 and Q2, with gates connected to a common-mode bias voltage Vg2. Their sources are tied to ground through a resistor R5. The drains are connected to a Vdd supply through a network of inductors (L1, L3, L4, L5, L6, L8, L9, L10) and resistors (R1, R2, R3, R4). A feedforward path is formed by a resistor R1 and a capacitor Vapc, connecting the drain of Q1 to the gate of Q2. The output of the first stage is taken differentially from the drains of Q1 and Q2. The second stage (right) is a differential pair of PMOS transistors Q6 and Q7, with gates connected to a common-mode bias voltage Vg6. Their sources are tied to ground through a resistor R5. The drains are connected to a Vdd supply through a network of inductors (L11, L12, L13, L14, L15, L16, L17, L18, L19, L20) and resistors (R6, R7, R8, R9, R10, R11, R12). A feedforward path is formed by a resistor R6 and a capacitor Vapc, connecting the drain of Q6 to the gate of Q7. The output of the second stage is taken differentially from the drains of Q6 and Q7. The overall circuit is biased by a common-mode bias voltage Vg2 and Vg6, which is derived from a Vdd supply through a resistor R7 and a capacitor Vapc. The input and output signals are labeled Pin1, Pin2, Pout1, and Pout2. The circuit is labeled with 'e' and 'f' indicating the input and output signals.

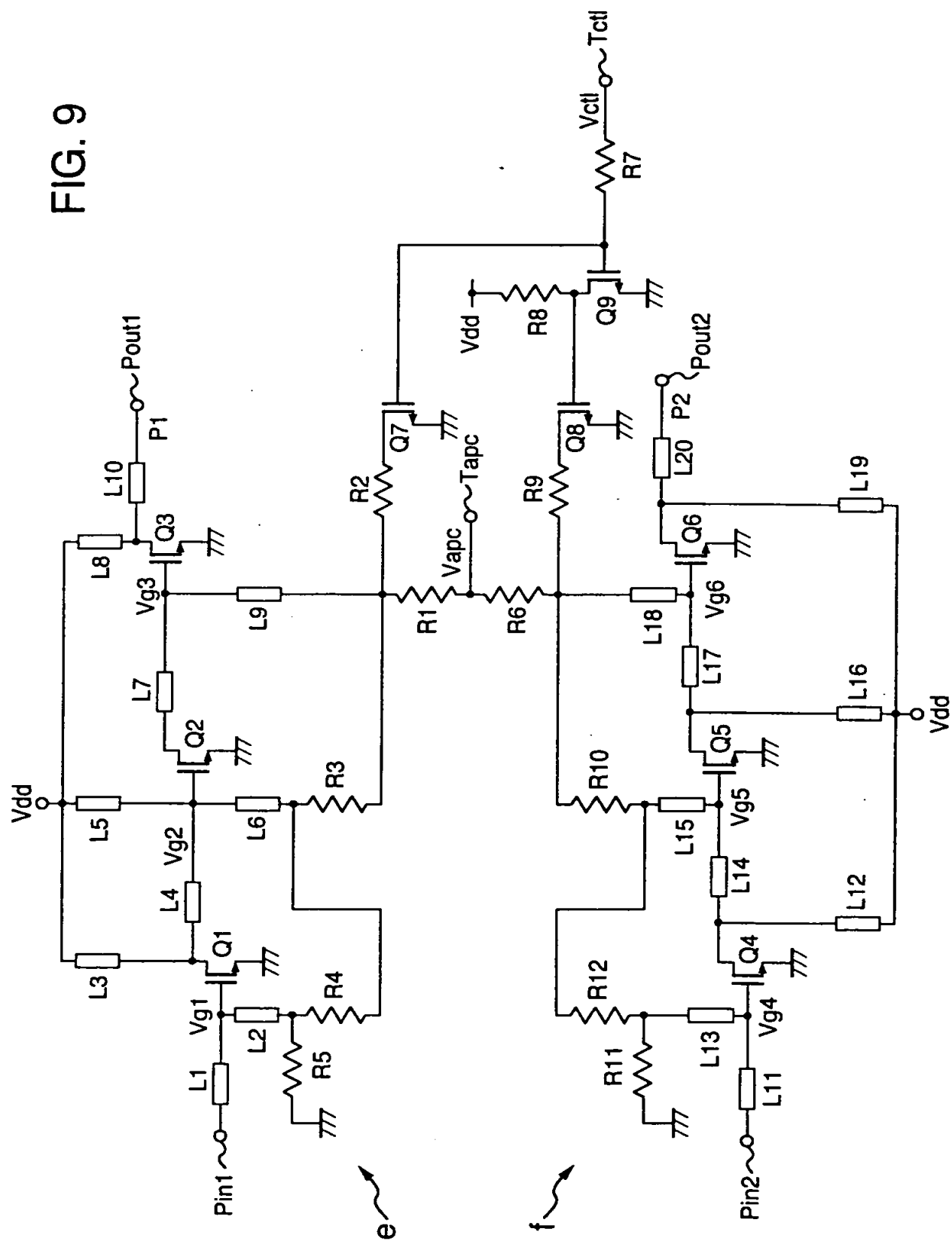


FIG. 10

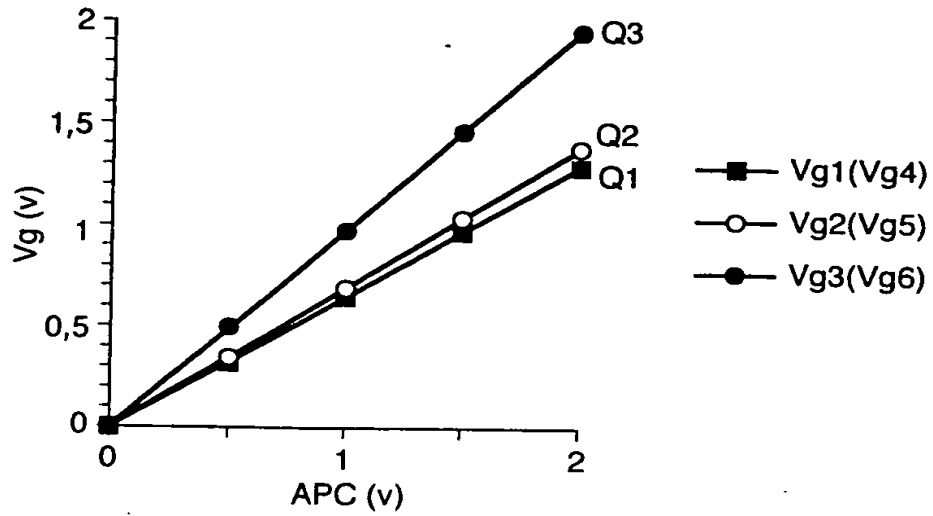


FIG. 11

